

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ИНК
Направление подготовки 15.03.01
Кафедра ОТСП

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка устройства для адаптации угла наклона электрода при орбитальной сварке

УДК 621.791:621.643

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В21	Габерлинг И.П.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Князьков А.Ф.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко В.С.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОТСП	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ состояния разработок устройств, для изменения угла наклона электрода при орбитальной сварке. 2. Разработка требований к устройству. 3. Функциональная схема устройства. 4. Разработка кинематической схемы устройства. 5. Разработка принципиальной электрической схемы. 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 7. Социальная ответственность. 8. Заключение.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цель и задача работы 2. Комплекс сил, действующий на сварочную ванну 3. Требования к кинематической схеме устройства, для изменения угла наклона 4. Функциональная схема 5. Принципиальная электрическая схема 6. Финансовый менеджмент и социальная ответственность 7. Вывод по работе
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ состояния разработок устройств, для изменения угла наклона электрода при орбитальной сварке. 2. Разработка требований к устройству. 3. Функциональная схема устройства. 4. Разработка кинематической схемы устройства. 5. Разработка принципиальной электрической схемы. 	<p>Князьков Анатолий Федорович</p>
<ol style="list-style-type: none"> 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 	<p>Николаенко Валентин Сергеевич</p>
<ol style="list-style-type: none"> 7. Социальная ответственность. 	<p>Анищенко Юлия Владимировна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном</p>	

языках:
Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	9.03.2016
---	------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Князьков А.Ф.	к.т.н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В21	Габерлинг Иван Петрович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 72 с., 11 рис., 13 табл., 11 источников.

Ключевые слова: орбитальная сварка, адаптация, пространственное положение сварочной ванны, вылет электрода, формирование шва.

Объектом исследования является: Устройство для орбитальной сварки.

Цель работы – исследование разработать устройство для орбитальной сварки специализированного робота, то есть разработка одной из важнейших частей сварочного робота для орбитальной сварки неповоротных стыков магистральных трубопроводов.

В процессе исследования проводилась разработка принципиальной схемы, кинематической схемы, электрической схемы и проверка их рабочего действия на макете.

В результате исследования было выяснено, что для адаптации угла наклона электрода при орбитальной сварке необходимо осуществление соответствия угла наклона сварочной головки условиям формирования сварочного шва, то есть осуществлять равенство определенному требуемому значению.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: устройство состоит из двух паралеллограмов наложенных друг на друга, образующий ромб с фиктивной вершиной, благодаря чему при изменении угла наклона остаются неизменными вылет и скорость сварки.

Область применения: трубостроительная, строительная отрасль.

Экономическая эффективность: сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии является более эффективным вариантом с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В будущем планируется: внедрить технологию в промышленность.

Abstract

Graduation thesis: 70 pg., 11 illustrations, 13 tables, 11 sources.

Key words: orbital welding, adaptation, spatial position of the weld pool, electrical stickout, weld formation.

Object of research: Device for orbital welding.

Purpose of research – the development of device for orbital welding of a dedicated robot, in other words, the development of one of the most important parts of welding robot for orbital welding of orbital joints of pipelines.

In the process of research the development of basic scheme, kinematic scheme, electrical scheme was held, checking of their work action on the layout was carried out.

As a result it was found out that for adaptation of work angle at the orbital welding is necessary to implement the relevant weld head work angle to the conditions of weld formation, i.e. to determine the equality to the required value.

The basic constructive, technological and technical - operational characteristics: the device consists of two parallelograms superimposed on each other, forming a lozenge with fictitious root, thanks to it when the work angle changes the stickout and welding speed remains unchanged.

Field of application: pipe making and building industry.

Economical efficiency: comparing the values of integrating efficiency indicators we can conclude that the implementation of the technology is more effective from the position of financial and resource efficiency.

In the future it is planned to implement the technology into industry.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей работе использованы следующие обозначения:

P_0 – равнодействующая сила;

G – вес сварочной ванны;

P – сила поверхностного натяжения;

P_T – тангенциальная сила;

P_R – нормальная сила;

$d_э$ – диаметр электрода;

L_B – вылет электрода;

$L_э$ – длина электродной части;

L_d – длина дуги;

K – коэффициент перевода электрической мощности в тепловую мощность;

T – температура электрода;

J – сила тока;

ρ – удельное сопротивление материала электрода;

$L_{эл}$ – длина электродной части;

S – площадь сечения;

R_0 – сопротивление при комнатной температуре;

T – температура подогрева электрода;

T_0 – комнатная температура;

α – температурный коэффициент сопротивления.

БП – блок питания;

Π_α – приводное устройство перемещения сварочной головки вдоль линии стыка;

D_β – датчик угла наклона сварочной головки;

D_α – функциональный датчик пространственного положения сварочной ванны;

СУ – сравнивающее устройство;

ИУ₁ и ИУ₂ – исполнительные устройства;
РО – рабочий орган;
О – объект (сварочная головка);
V_{св} – скорости сварки;
ОПТ₁, ОПТ₂ – однопереходные транзисторы;
VT₁, VT₂ – транзисторы;
VS₁, VS₂, VS₃, VS₄ – тиристоры;
М – электродвигатель;
R₁₈, R₁₉ – потенциометры;
VD₂₆, VD₂₇ – стабисторы;
VD₂₈, VD₂₉ – диоды;
R₂₃, R₂₄ – резисторы.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

РТК – роботизированные технологические комплексы;
ТПП – технологическая подготовка производства;
СГА – система геометрической адаптации;
ТН – токоподводящий наконечник;
И – изделие.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 2.702 – 2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
2. ГОСТ 2.710 – 81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
3. ГОСТ 2.721 – 74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах общего применения.
4. ГОСТ 2.725 – 68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Стабисторы, потенциометры.
5. ГОСТ 2.728 – 74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.

6. ГОСТ 12.1.003 – 2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность.
8. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах.
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
10. СанПиН 2.2.4.548–96. Физические факторы производственной среды.
11. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах.
12. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

система геометрической адаптации (СГА): под геометрической адаптацией понимается управление углом наклона сварочной головки в функции пространственного положения сварочной ванны.

Вылет электрода: под вылетом электрода понимают расстояние от токоподводящего наконечника до изделия.

Оглавление

Введение

1. Анализ состояния разработок устройств, для изменения угла наклона электрода при орбитальной сварке.....	14
1.1 Необходимость автоматизации – роботизации при орбитальной сварке трубопровода.....	14
1.2 Комплекс сил, действующих сварочную ванну.....	15
1.3 Необходимость изменения угла наклона электрода при орбитальной сварке.....	19
1.4 Существующие устройства.....	21
1.5 Заключение.....	22
2. Разработка требования к устройству.....	23
3. Функциональная схема устройства.....	26
3.1 Разработка функциональной схемы системы геометрической адаптации угла наклона.....	26
4. Разработка кинематической схемы устройства.....	28
5. Разработка принципиальной электрической схемы.....	31
5.1 Датчики головки и ванны.....	35
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	38
6.1 Организация и планирование работ.....	39
6.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	41
6.3 Расчет затрат.....	47
6.3.1 Расчет затрат на создание прототипа.....	47
6.3.2 Расчет затрат на электроэнергию.....	49
6.3.3 Расчет затрат на основную заработную плату.....	50
6.3.4 Расчет дополнительно заработной платы.....	52
6.3.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды.....	52
6.4 Оценка эффективности проекта.....	54

7. Социальная ответственность.....	58
7.1 Производственная безопасность.....	58
7.2 Экологическая безопасность.....	65
7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	66
7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	68
Заключение.....	70
Список публикаций.....	71
Список используемых источников.....	72
CD диск в конверте на обороте обложки	

Введение

В качестве основных задач по ускорению научно – технического прогресса и развитию науки рассматривается внедрение автоматизированных систем в различные сферы, в первую очередь в проектирование, управление оборудованием и технологическими процессами.

АКТУАЛЬНОСТЬ. В связи с высоким ростом строительства и ремонта трубопроводного транспорта, большая их протяженность требуют высокого темпа прокладки сооружений. Тем не менее, в настоящее время в России и за рубежом ресурсы повышения производительности процессов ручной дуговой сварки трубопроводов практически исчерпаны, и последующий этап развития будет опираться только на механизации и автоматизации орбитальной сварки неповоротных стыков трубопроводов. Существенной проблемой при этом является изменяющееся пространственное положение сварочной ванны.

Для дальнейшего повышения качества автоматической орбитальной сварки неповоротных стыков трубопроводов требуется разработать такой способ сварки, который обеспечил бы управляемый перенос электродного металла и хорошее формирование сварного шва в различных пространственных положениях. При этом желательно, чтобы в процессе сварке вылет электрода, скорость сварки и ток оставались неизменными, для того, чтобы сечение шва по длине оставалось неизменным, и тем самым исключить наложение корректирующих швов. Так же следует обращать внимание на использование недорогих сварочных материалов.

Применение устройства для изменения угла наклона электрода, решает такие технологические проблемы как управляемый перенос и направленный перенос электродного металла, возможность выполнять сварку во всех пространственных положениях, формирование сварочной ванны с высоким качеством, что экономически целесообразно.

Поэтому создание устройства для адаптации угла наклона электрода при орбитальной сварке является перспективным направлением.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА:

Предложена и конструктивно проработана система геометрической адаптации угла наклона при орбитальной сварке.

1. Установлено, что при орбитальной сварке в положении сварочной ванны в пределах от 0° до 90° нужно компенсировать тангенциальную составляющую результирующей силы. А при положении сварочной ванны в пределах от 90° до 180° нужно компенсировать в основном нормальную составляющую результирующей силы.
2. Установлено, что при определении действия результирующей силы на сварочную ванну необходимо учитывать угол фронта кристаллизации сварочной ванны, при этом зенит, т.е. горизонтальное положение сварочной ванны, будет находиться в районе 158° - 160° .
3. Установлено, что компенсировать силы необходимо изменением угла наклона сварочной головки и изменяя величину давления дуги.

1 Анализ состояния разработок устройств, для изменения угла наклона электрода при орбитальной сварке.

1.1 Необходимость автоматизации – роботизации при орбитальной сварке трубопроводов

Успех любого производственного предприятия зависит не только от качества, затрат и цикла производства выпускаемого им продукта, но и в значительной степени от скорости освоения и постановки на производство нового оборудования. Качество, новое оборудование, эффективность технологической подготовки производства (ТПП) выходят на первый план в деле обеспечения конкурентоспособности предприятий [1]. Поэтому одним из важнейших направлений в развитии машиностроения является роботостроение.

По состоянию, на конец 2012 года протяжённость эксплуатируемых магистральных трубопроводов (по данным Росстата) составила 250 тыс. км, в том числе газопроводов 175 тыс. км, нефтепроводов 55 тыс. км и нефтепродуктопроводов 20 тыс. км [10].

Важнейшим технологическим процессом при строительстве магистральных трубопроводов является сварка. Однако, в связи с большим внедрением новых технологий, во всем мире, для сварки трубопроводов, улучшение производительности процессов ручной дуговой сварки почти исчерпаны, поэтому необходимость автоматизации – роботизации при орбитальной сварке трубопроводов является основным фактором повысить уровень сварочных процессов при сварке неповоротных стыков.

Роботизация производства является составной частью автоматизации и развития предприятий. Это не просто замена рабочих машинами, повторяющими их действия. Для того чтобы конечный эффект был максимален, нужно всю технологию перестраивать (или проектировать) на более высокий уровень, предельно оптимизировать производство. Создание и внедрение роботизированных технологических комплексов (РТК) позволяет

наиболее эффективно использовать роботы и манипуляторы в том или ином производстве [11].

1.2 Комплекс сил, действующих на сварочную ванну

В процессе сварки форма и размеры сварочной ванны зависят не только от теплофизических свойств металла и параметров режима сварки, но и от величины и направления сил, действующих на сварочную ванну. Основными из этих сил являются[3]:

1. силы поверхностного и межфазного натяжения;
2. вес жидкого металла сварочной ванны;
3. силовое воздействие сварочной дуги.

Наружная поверхность сварочной ванны, а также форма образующегося наплавленного валика во много зависит от действия этих сил. Если при сварке в нижнем положении этим силам не уделяют особого внимания, то при орбитальной сварке они играют основную роль в формировании сварного шва.

В процессе сварки сварочная ванна находится под действием комплекса сил: поверхностного натяжения, веса сварочной ванны, силового воздействия дуги. Величины этих сил зависят от многих параметров: способа сварки, режима сварки, сварочных материалов, и т.д. При сварке в каком-либо фиксированном пространственном положении затруднений с формированием шва не возникает, так как режим сварки подбирается таким образом, чтобы сварочная ванна находилась в равновесии под действием приложенных к ней сил, обеспечивая максимальную производительность. При орбитальной сварке неповоротного стыка, когда пространственное положение непрерывно изменяется, для удержания жидкого металла сварочной ванны необходимо корректировать режим сварки, однако изменение режима сварки приводит к изменению поперечного сечения сварного шва, и для заполнения разделки приходится накладывать дополнительные корректирующие швы, что нежелательно. Для того, чтобы

выполнить шов на одном режиме и обеспечить постоянство сечения шва в различных пространственных положениях, необходимо корректировать силы, действующие на ванну таким образом, чтобы металл сварочной ванны не вытекал.

Поверхностное натяжение в процессе сварки можно регулировать за счет изменения размеров сварочной ванны, и скорости охлаждения ее поверхности. Для изменения размеров сварочной ванны, применяются различные устройства, осуществляющие поперечные колебания электрода, однако их применение не гарантирует получения качественных швов, при этом усложняется конструкция автомата. Если вести сварку на одном режиме, отказавшись от поперечных колебаний электрода, то на величину силы поверхностного натяжения невозможно активно влиять, также как и на вес сварочной ванны, который определяется величиной погонной энергии.

Силовое воздействие дуги на сварочную ванну зависит от способа сварки, режима сварки и применяемых сварочных материалов. Кроме того характер действия дуги на ванну будет зависеть от формы тока и состояния дугового промежутка. В связи с этим, для достижения нормального формирования шва необходимо изменять направление силового воздействия сварочной дуги, путем изменения угла наклона электрода.

При орбитальной сварке неповоротных стыков трубопроводов, с постоянным изменением пространственного положения сварочной ванны, изменяется и результирующая этих сил, ее направление и составляющие – нормальная и тангенциальная. Чтобы обеспечить требуемую форму шва необходимо управлять этими силами, и при изменяющихся условиях обеспечить динамическую стабилизацию сварочной ванны.

Для анализа комплекса сил использованы данные, работ [4], [5], полученные при измерении величины приведенного натяжения, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Среднее значение сварочного тока в момент выключения дуги, I(A)	Общее давление дуги Рдд,(г)	Вес сварочной ванны,(г)		Общий вес сварочной ванны, (г)	Размеры наплавки		Дин/см
		Наплавленное	Проплавленное		Полудиаметр точки, см	Высота точки, см	Значение приведенного
212	2,20	3,97	1,43	5,40	0,82	0,44	882
200	2,00	4,15	1,36	5,51	0,78	0,48	812
190	1,78	4,10	1,34	5,44	0,81	0,53	875
134	0,89	3,36	0,98	4,34	0,77	0,51	940
170	1,43	3,48	0,98	4,46	0,74	0,33	960
170	1,43	3,44	0,96	4,40	0,82	0,35	876

По данным строится схема сил при сварке в различных пространственных положениях.

Для установления влияния конкретной силы на формирование шва во всех пространственных положениях, графически строятся векторы сил действующих на сварочную ванну (поверхностного натяжения и веса сварочной ванны). При построении сделаны следующие допущения: все силы сосредоточены и приложены в одну точку (сварочную ванну считаем точкой их приложения) тем самым, избегая неоднозначности по поводу распределения этих сил при действии на сварочную ванну.

Построение ведется следующим образом, сначала строятся векторы действия сил веса сварочной ванны и поверхностного натяжения, так как величина этих сил постоянна, и на них не оказывается активное воздействие, то есть, они не изменяются в процессе сварки. Затем строится

равнодействующая сила от этих сил, которая показывает, в каком направлении может перемещаться сварочная ванна.

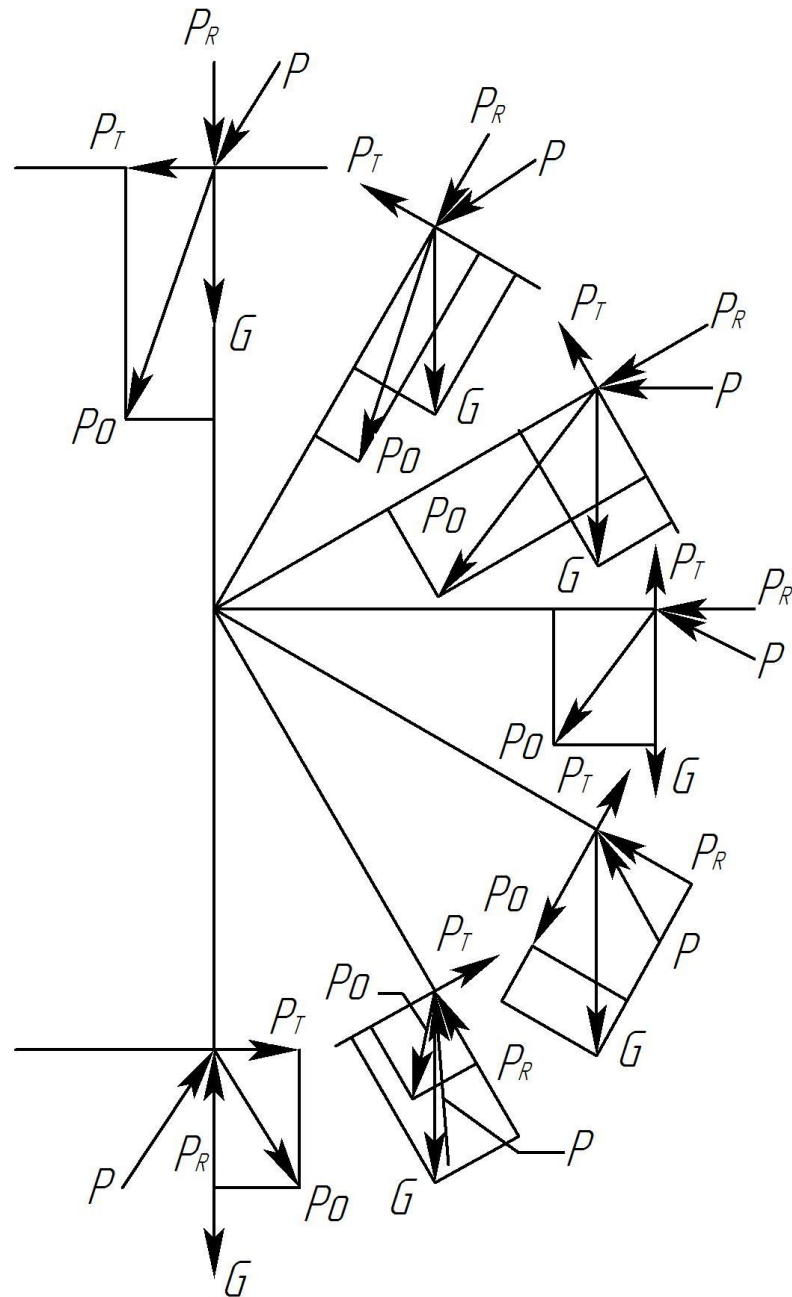


Рисунок 1 – комплекс сил.

P_0 – равнодействующая сила;

G – вес сварочной ванны;

P – сила поверхностного натяжения;

P_T – тангенциальная сила;

P_R – нормальная сила.

1.3 Необходимость изменения угла наклона электрода при орбитальной сварке.

Процесс сварки неповоротных стыков, к которым относятся стыки магистральных трубопроводов. Проходит в условиях непрерывно изменяющейся пространственной ориентации сварочной ванны. Эти условия предъявляют специальные требования к установке, реализующий такой процесс – роботу. К числу этих требований относится наличие геометрической адаптации.

Под геометрической адаптацией понимается управление углом наклона сварочной головки в функции пространственного положения сварочной ванны.

Сущность геометрической адаптации заключается в том, что в основу конструкции определенной части робота, которая отвечает за пространственное положение сварочной головки, положена возможность, изменения угла наклона сварочной головки относительно нормали, проведенной к окружности сварного шва в центре сварочной ванны, как это показано, на рисунке 2. Этот угол определяет направление сил, вызванных горением дуги, оказывающих воздействие и множество других факторов.

Подводя итоги выше сказанного, целью геометрической адаптации является осуществление соответствия угла наклона сварочной головки условиям формирования сварочного шва.

СГА должна в каждый момент времени осуществлять равенство угла наклона сварочной головки определенному требуемому значению.

Требуемое значение угла наклона сварочной головки определяется в соответствии с эмпирическим законом, установленным с учетом целого ряда факторов.

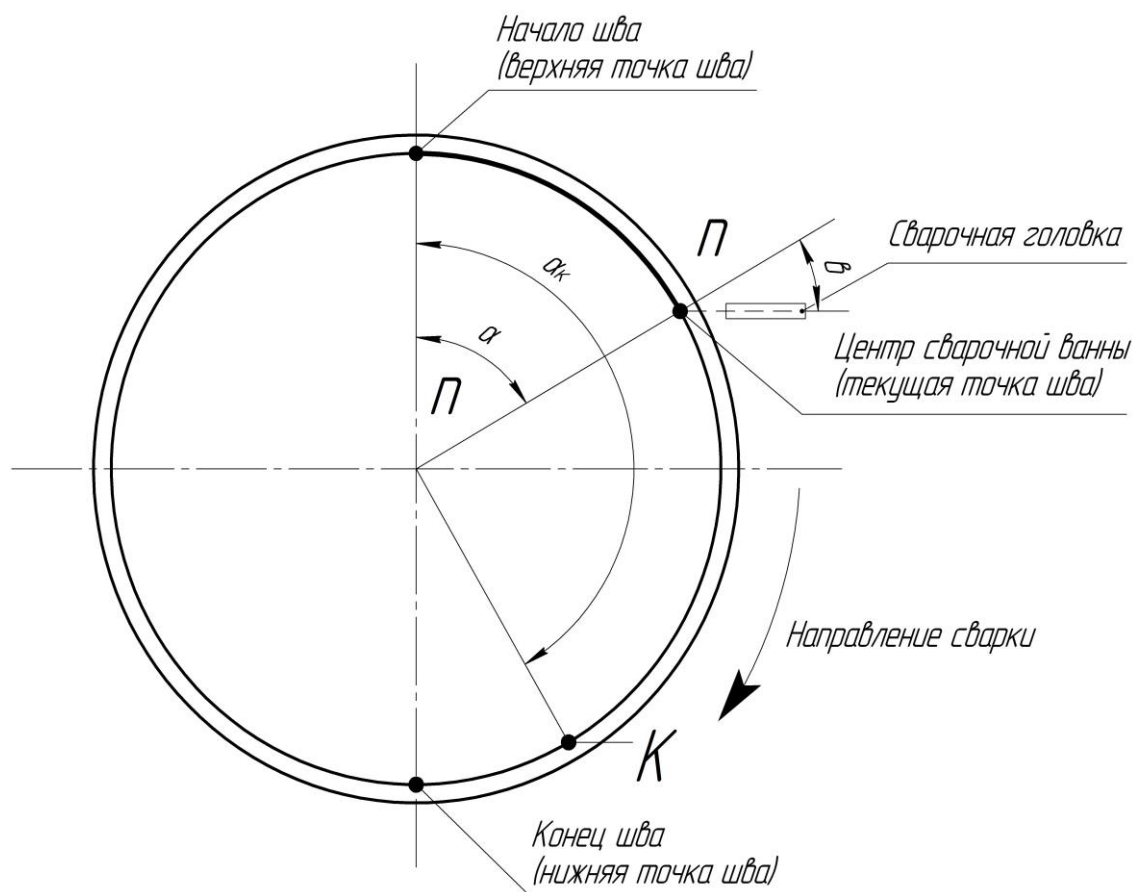


Рисунок 2 – расположение сварочного шва на трубе.

Данный закон представляет оптимальную зависимость угла наклона сварочной головки от пространственного положения сварочной ванны. Пространственное положение сварочной ванны определяется углом α между линией действия силы тяжести и линией п – п, соединяющий центр окружности сварного шва с центром сварочной ванны (Рисунок 2) [6]. Закон изменения угла наклона сварочной головки в виде ломаной представлен на рисунке 2.1.

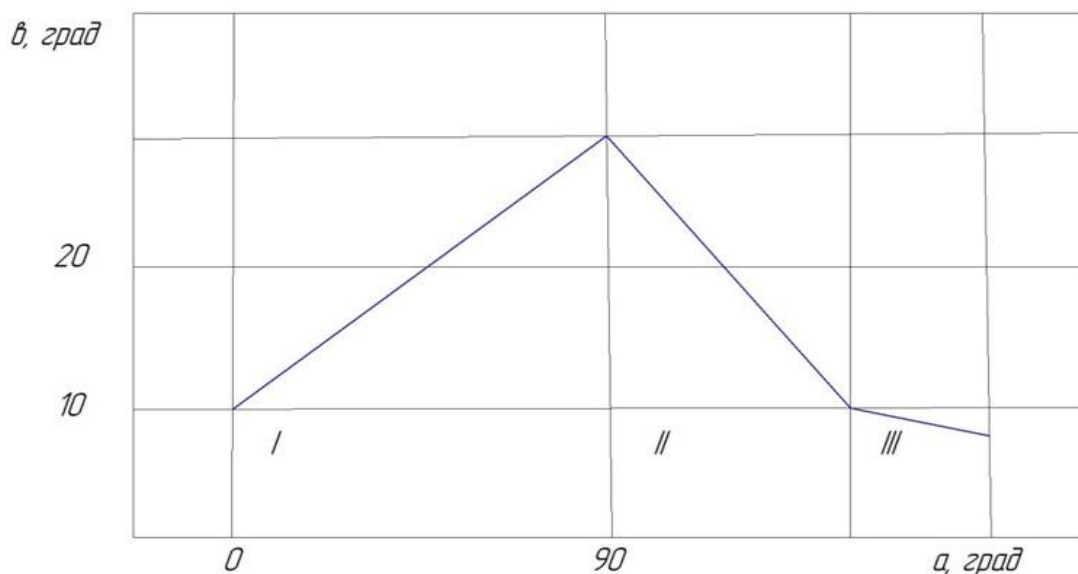


Рисунок 2.1 – требуемый закон изменения угла наклона сварочной головки.

Для реализации закона изменения угла наклона сварочной головки, который представлен на рисунке 2.1, предложена система геометрической адаптации процесса сварки, работающего в соответствии с функциональной схемой, представленной в пункте 3.

1.4 Существующие устройства

Изобретаемое устройство относится к сфере сварки плавящимся электродом неповоротных стыков трубопроводов большого диаметра.

Известно устройство для автоматической орбитальной сварки неповоротных стыков труб, которое состоит из тележки с приводом, и размещенной на ней сварочной аппаратуры, включая сварочную головку. На данный момент, самым совершенным оборудованием орбитальной сварки магистральных трубопроводов, является сварочная головка М 300 – С.

Головка М 300 – С является эффективной при сварке во всех пространственных положениях. При использовании данной сварочной головки в сварке можно использовать проволоку сплошного сечения или

порошковую проволоку в среде защитного газа с использованием обычных или импульсных источников сварочного тока.

Недостатком данного устройства является невозможность корректировки угла наклона электрода относительно нормали к поверхности трубы в плоскости стыка в процессе сварки, так как перед началом сварки заранее выставляется определенный угол и этот угол постоянен во всем процессе сварке.

Заключение

Анализ показал, что разработка устройства для адаптации угла наклона электрода при орбитальной сварке является актуальным вопросом, который позволит открыть широкие технологические возможности.

Конструкция обладает постоянным вылетом электрода, скоростью сварки и изменением угла наклона сварочной головки в процессе сварки, что позволяет значительно повысить производительность. Данная конструкция может успешно конкурировать с различными быстро развивающимися устройствами для орбитальной сварки трубопроводов.

Таким образом, для эффективного использования данного устройства в промышленности возникает необходимость его дальнейшего изучения и совершенствования. Для этого в условиях кафедры были проведены эксперименты для постоянного изменения угла наклона сварочной головки при орбитальной сварке плавящимся электродом.

В этой связи целью данной работы является разработка устройства для адаптации угла наклона электрода при орбитальной сварке.

Для реализации цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать функциональную схему;
2. Разработать кинематическую схему;
3. Разработать принципиальную электрическую схему ;
4. Создать действующий макет.

2 Разработка требований к устройству

Вылет электрода при механизированной и автоматической сварке оказывает большое влияние на протекание процессов плавления электрода, перенос электродного металла и формирование сварного шва [7].

Под вылетом электрода понимают расстояние от токоподводящего наконечника (ТН) до изделия (И) рисунок 3.

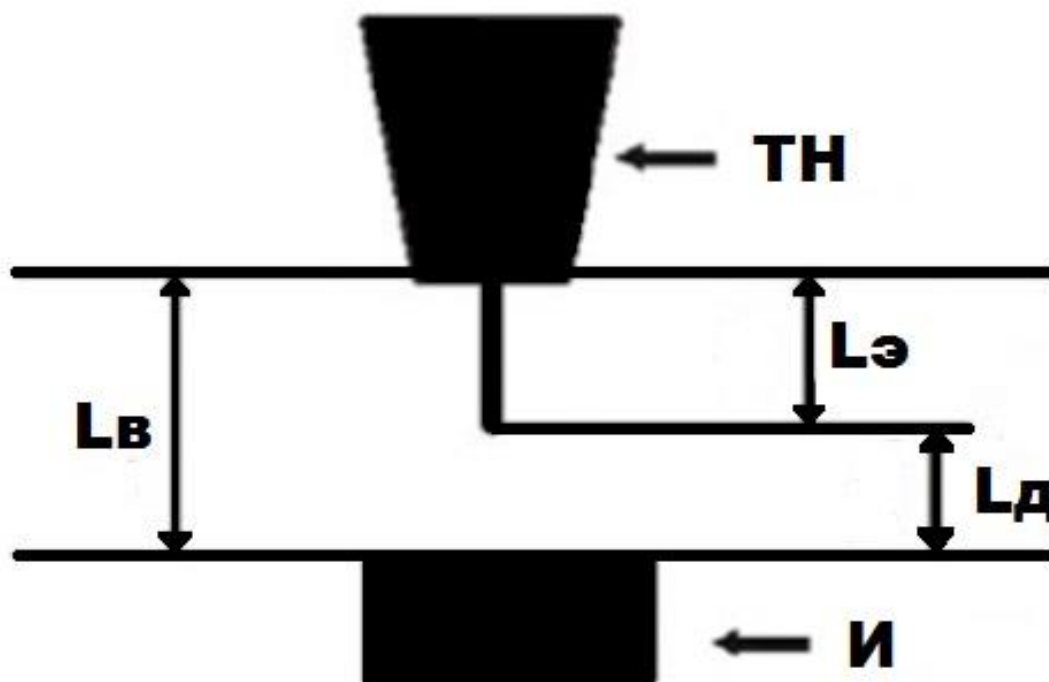


Рисунок 3 – вылет электрода.

Обозначения на рисунке:

L_v – вылет электрода;

$L_э$ – длина электродной части;

L_d – длина дуги;

ТН – токоподводящий наконечник;

И – изделие.

Как элемент электрической цепи длина электродной части представляет собой активное сопротивление, в котором выделяется мощность пропорциональная квадрату сварочного тока. При механизированной и автоматической сварке в условиях больших плотностей тока температурное поле электродной части ($L_э$) определяет его активное

сопротивление, падение напряжения на нём U_{L3} , характер переноса электродного металла и устойчивость горения дуги.

Сумма напряжения дуги U_d и падение напряжения на электродной части U_{L3} представляет собой сварочное напряжение, которое фиксируется измерительными приборами и приводится в качестве напряжения режима сварки в технологической документации.

Количество теплоты, выделяемое в электродной части при сварке, определяется по формуле:

$$Q = K \cdot J^2 \cdot R \cdot T, \text{ где} \quad (1)$$

K – коэффициент перевода электрической мощности в тепловую мощность;

T – температура электрода;

J – сила тока.

Напряжение на электродной части выражается формулой:

$$U_{L3} = J_{св} \cdot R_T, \quad (2)$$

Сопротивление электродной части определяется по выражению:

$$R_0 = \rho \cdot L_{эл} / S, \text{ где} \quad (3)$$

ρ – удельное сопротивление материала электрода;

$L_{эл}$ – длина электродной части;

S – площадь сечения.

В предельном случае сопротивление электродной части при нагреве до температуре T °C определяется выражением:

$$R_T(J) = R_0 \cdot [1 + \alpha \cdot (T - T_0)], \text{ где} \quad (4)$$

R_0 – сопротивление при комнатной температуре;

T – температура подогрева электрода;

$T_0 = 20$ °C – комнатная температура;

α – температурный коэффициент сопротивления.

Падение напряжения на электродной части зависит от силы тока, длины электродной части и от температуры подогрева, которая в свою очередь зависит от длины электродной части электрода, поэтому необходим неизменный вылет электрода.

Причем примерно половина энергии, необходимой для расплавления капли электродного металла, выделяется в электродной части.

При автоматической орбитальной сварке, когда необходимо изменять угол наклона электрода в функции пространственного положения сварочной ванны, не должна изменяться длина вылета электрода и скорость сварки.

3 Функциональная схема устройства

3.1 Разработка функциональной схемы системы геометрической адаптации угла наклона

В соответствии с требованиями разработана функциональная схема, представленная на рисунке 4.

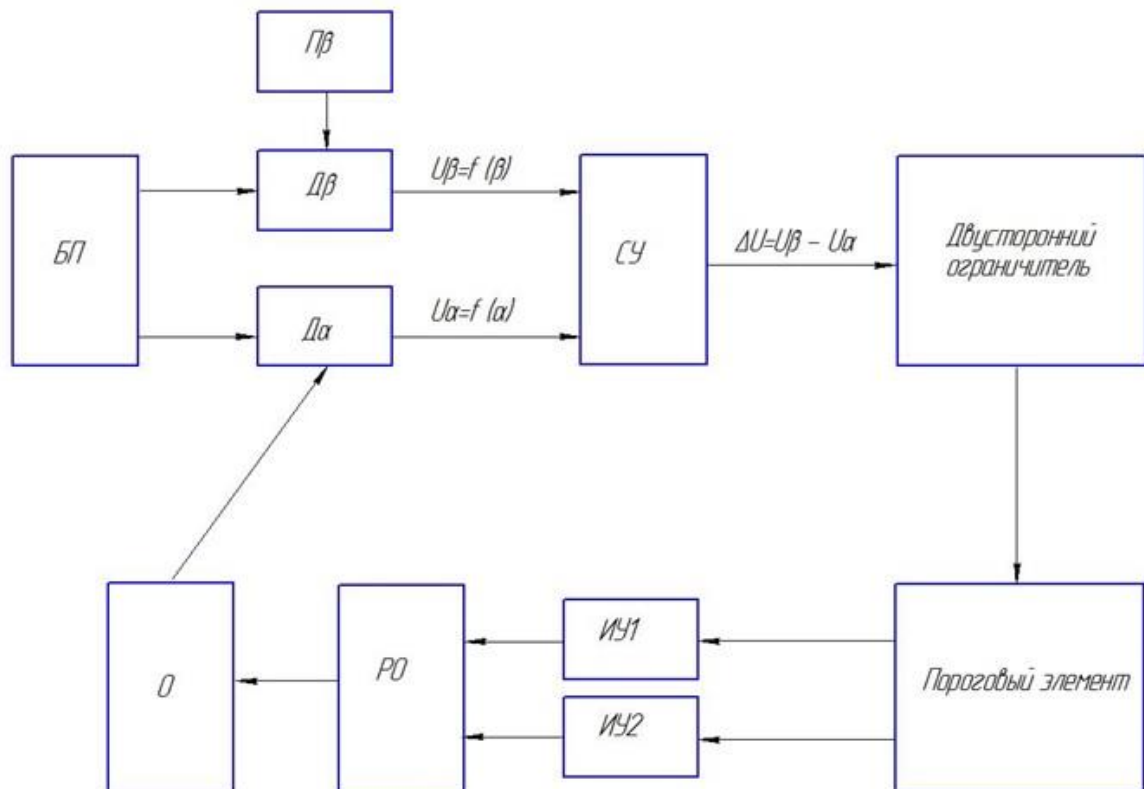


Рисунок 4 – функциональная схема СГА.

В состав функциональной схемы входят:

БП – блок питания;

П_β – приводное устройство перемещения сварочной головки вдоль линии стыка;

Д_β – датчик угла наклона сварочной головки;

Д_α – функциональный датчик пространственного положения сварочной ванны;

СУ – сравнивающее устройство;

ИУ₁ и ИУ₂ – исполнительные устройства;

РО – рабочий орган;

О – объект (сварочная головка).

Функциональная схема СГА, как видно из рисунка 4, содержит обратную связь. Физическая сущность этой обратной связи состоит в следующем. Функциональный датчик пространственного положения (D_α) на выходе имеет величину напряжения, изменяющуюся в функции пространственного положения сварочной ванны. На схеме (рисунок 4) данная величина напряжения представлена как $U_\alpha=f(\alpha)$, она отображает требуемое значение угла наклона сварочной головки. Фактическое значение угла наклона сварочной головки фиксируется датчиком D_β в виде напряжения $U_\beta=f(\beta)$. Разница напряжений U_β и U_α , снимаемых с соответствующих датчиков является величиной, задающей управляющее действие на объект. Рабочий орган, представляющий собой двигатель привода изменения угла наклона сварочной головки, работает по принципу «включен - выключен». Изменение угла наклона сварочной головки происходит в обоих направлениях, следовательно, требуется реверсирование рабочего органа. Это реверсирование, в соответствии со схемой (рисунок 4), осуществляется посредством порогового элемента и исполнительных устройств ИУ₁ и ИУ₂.

4 Разработка кинематической схемы устройства

Автомат для дуговой сварки неповоротных стыков трубопроводов содержит направляющую, тележку с приводом и механизм корректировки угла наклона сварочной головки относительно нормали к поверхности трубопровода.

На рисунке 5 представлена кинематическая схема механизма угла наклона сварочной головки относительно нормали к поверхности трубопровода в плоскости стыка.

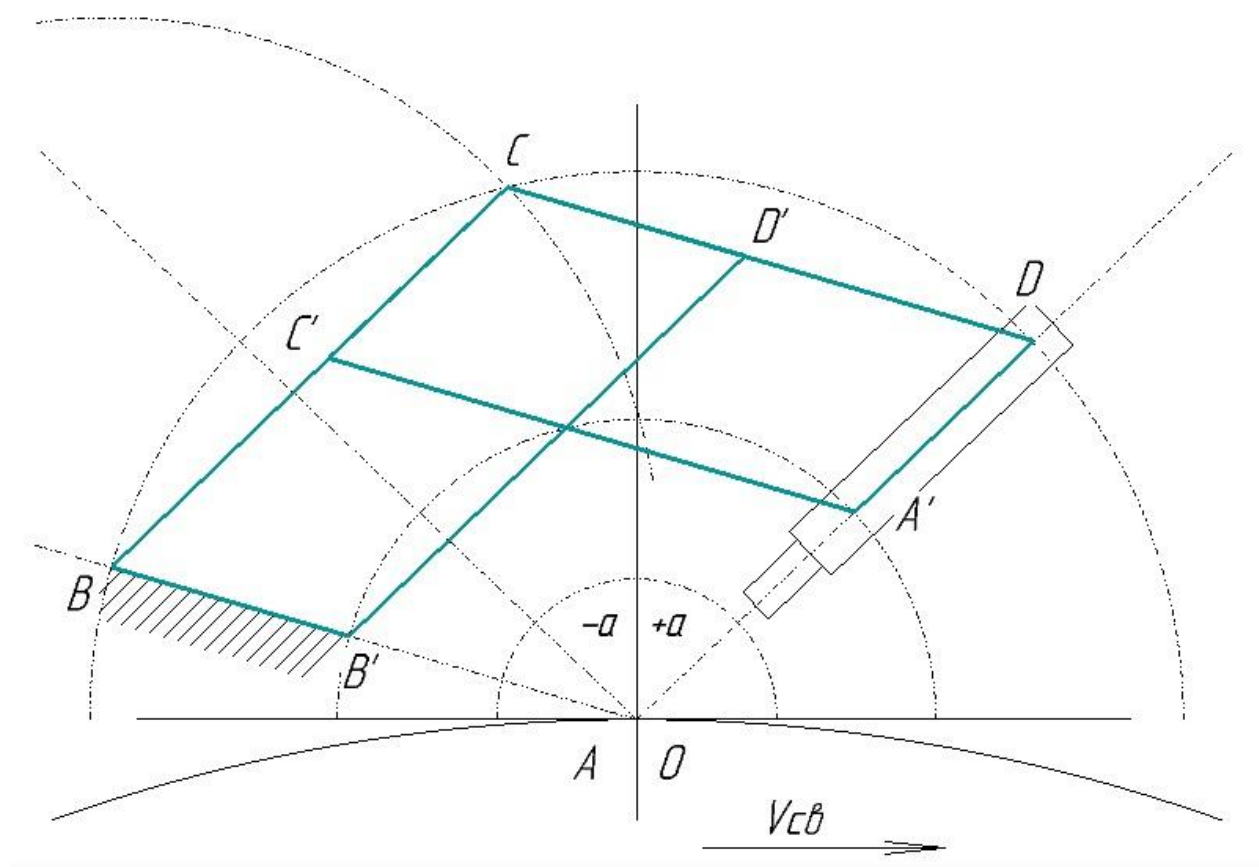


Рисунок 5 – кинематическая схема.

Обеспечение постоянства скорости сварки и вылета электрода, в условиях корректировки угла наклона сварочной головки в зависимости от пространственного положения сварочной ванны в процессе сварки достигается тем, что данный механизм корректировки угла наклона сварочной головки выполнен в виде рычажной системы из двух неравносторонних параллелограммов $BCD'B'$ и $CDA'C'$, образующих ромб

ABCD так, что короткие стороны CC' и CD' расположены на длинных сторонах BC и CD соответственно и имеют общую вершину C. Противоположные мнимые стороны ромба AA' и $B'A$ расположены на длинных сторонах BA и DA соответственно и имеют общую мнимую вершину A (и она совмещена с центром сварочной ванны).

Ось сварочной головки и ось электрода, проходящего через нее, параллельны короткой стороне параллелограмма. Оси проходят через центр сварочной ванны при любом угле наклона сварочной головки в плоскости сварного стыка. Все вершины и точки пересечения сторон параллелограммов являются шарнирами, короткая сторона BB' одного из которых жестко закреплена на корпусе автомата. К короткой стороне DA' другого параллелограмма прикрепляется сварочная головка.

Мнимая вершина ромба A совпадает с центром сварочной ванны. При обозначенном направлении скорости сварки $V_{св}$ при $+\alpha$ сварка проходит углом назад, при $-\alpha$ сварка проходит углом вперед. При изменении этого угла в процессе сварки скорость сварки и вылет электрода остаются постоянными, что улучшает качество сварки и увеличивает производительность. Кроме того, автомат не требует вмешательства оператора в процессе сварки всех слоев [8].

Разработанное устройство использовано при создании действующего макета сварочной установки для орбитальной сварки.



Рисунок 6 – макет (общий вид).

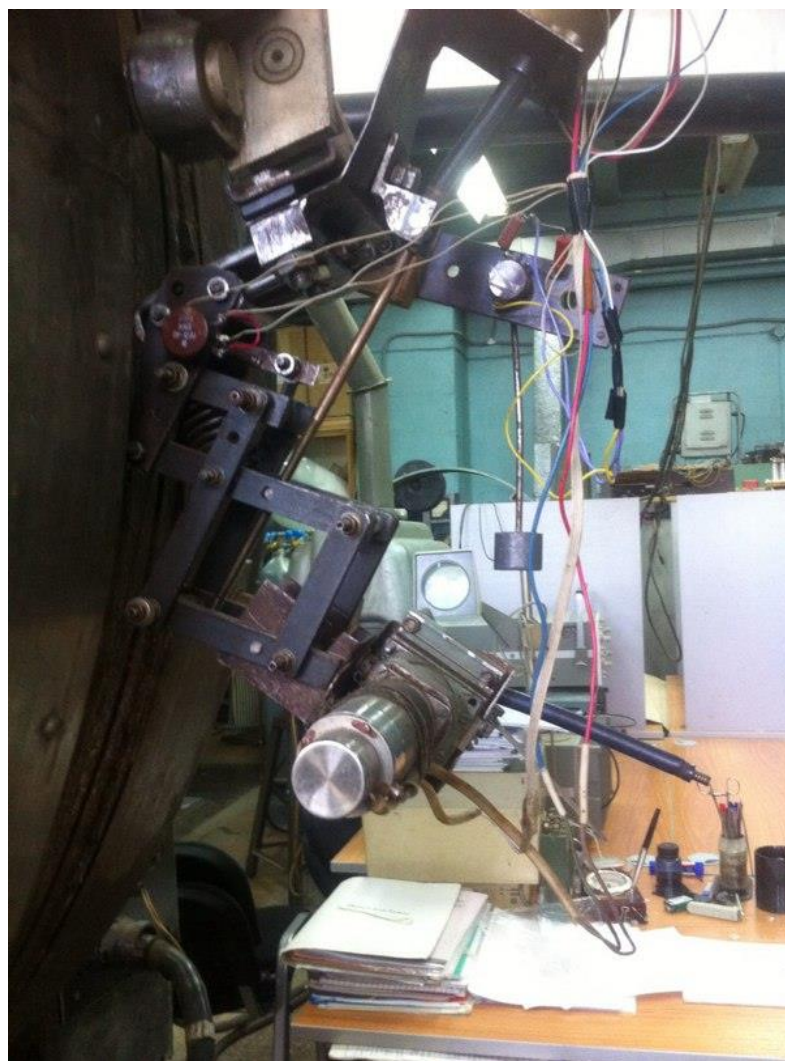


Рисунок 7 – макет (механизм корректировки угла наклона сварочной головки).

5 Разработка принципиальной электрической схемы

На рисунке 8 представлена принципиальная электрическая схема системы геометрической адаптации угла наклонная электрода, соответствующая функциональной схеме, представленной на рисунке 4, на которой выделены узлы и блоки схемы, соответствующие обозначению на функциональной схеме.

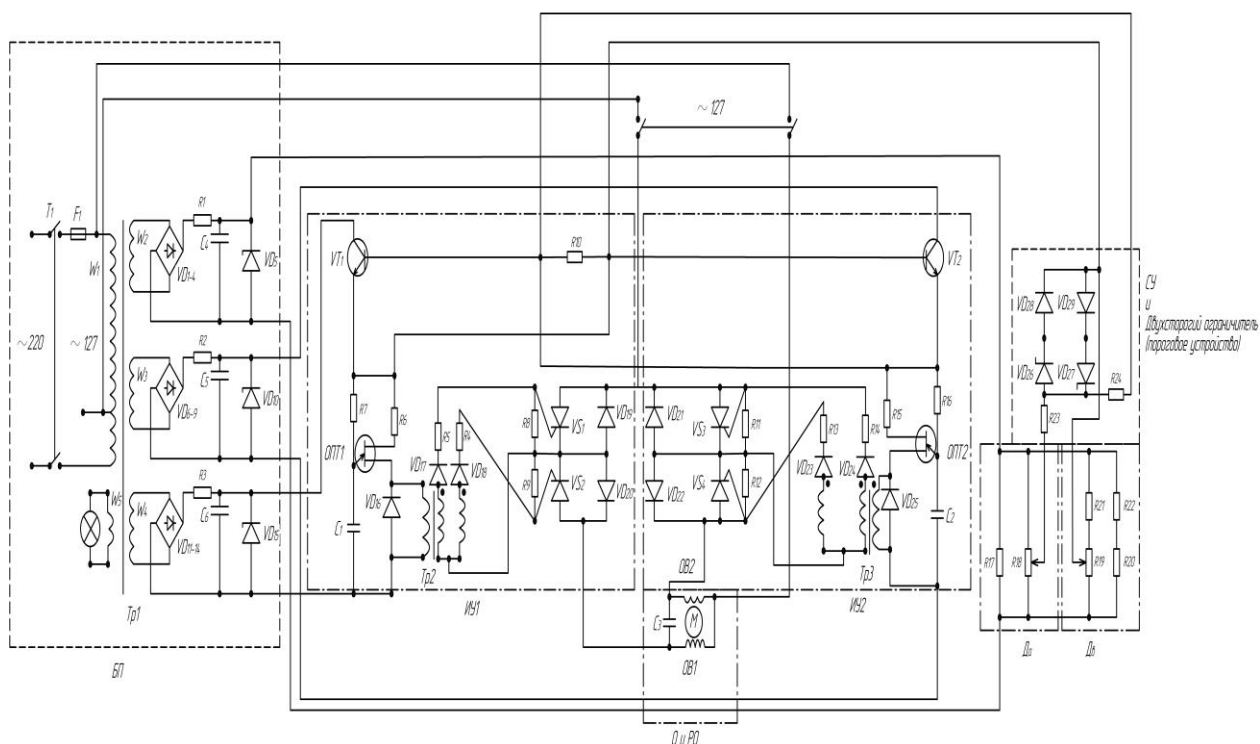


Рисунок 8 – принципиальная электрическая схема СГА угла наклонная электрода.

В электрическую схему входят:

- Блок питания;
- Релаксационные генераторы;
- Однопереходные транзисторы ОПТ₁ и ОПТ₂;
- Транзисторы VT₁, VT₂;
- Ключевые элементы – тиристоры (VS₁, VS₂, VS₃, VS₄), при помощи которых осуществляется переключение фаз;
- Электродвигатель М, который является регулирующим органом объекта;

- R_{18} потенциометр, на котором выполнены датчики положения сварочной головки;
- R_{19} потенциометр, на котором выполнен датчик пространственного положения ванны;
- Двухсторонний ограничитель (пороговое устройство), который одновременно является компаратором;
- Стабисторы VD_{26}, VD_{27} ;
- Диоды VD_{28}, VD_{29} ;
- Резисторы R_{23}, R_{24} ;

Работа схемы иллюстрируется зависимостями, представленными на рисунке 9.

На рисунке 9 представлена зависимость угла наклона сварочной головки от нормали к поверхности изделия в плоскости сварного стыка в функции пространственного положения сварочной ванны. Где 1 – характеристика датчика пространственного положения сварочной ванны при сварке «на спуск», а 2 – при сварке «на подъем», причем при сварке «на подъем» напряжение несколько больше. 3 – характеристика датчика угла наклона сварочной головки [9].

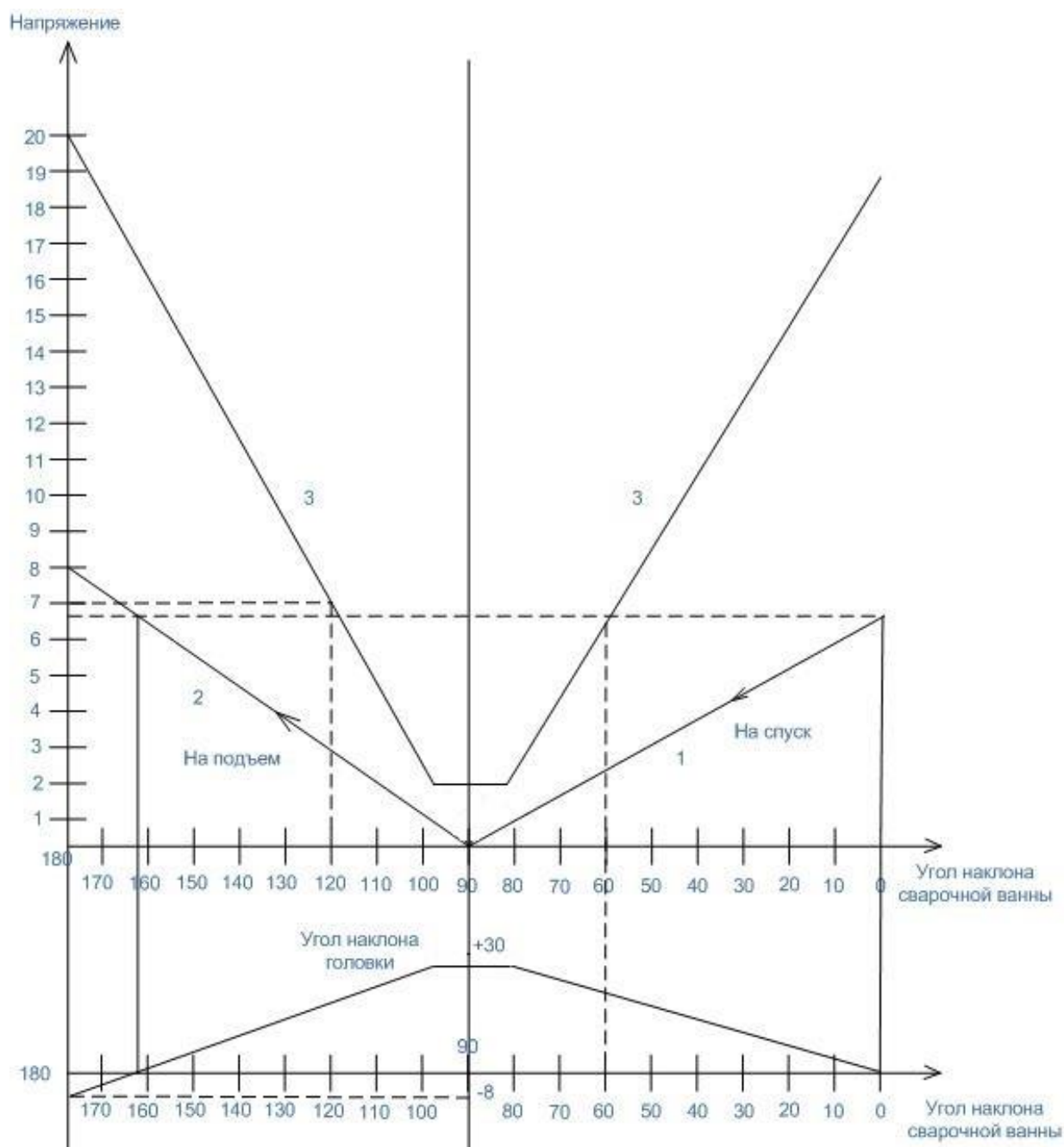


Рисунок 9 - зависимость угла наклона сварочной головки.

При сварке в нижнем положении, когда сварочная головка находится в верхней точке трубопровода и угол наклона сварочной ванны к горизонту равен 0° градусов напряжение датчика положения сварочной ванны максимальное. Напряжение датчика положения сварочной головки так же максимальное и практически равное напряжению датчика сварочной ванны. Но угол наклона сварочной головки к нормали равен 0° . При движении

сварочного автомата на спуск, по мере увеличения угла наклона сварочной ванны, напряжение датчика сварочной ванны будет уменьшаться.

Вследствие этого напряжение датчика сварочной головки будет больше и появится сигнал ошибки ΔU , которая прикладывается к базе и эмиттеру транзистора VT_1 , в результате чего транзистор отпирается и поступает напряжение питания на релаксационный генератор, выполненный на однопереходном транзисторе ОПТ₁. В результате транзистор начинает работать с частотой примерно 1 кГц и с вторичных обмоток трансформатора ТР₂ трансформировать импульсы напряжения на управляющие переходы тиристоров VS_1 и VS_2 . В результате переменное напряжение сети будет поступать на нижнюю обмотку ОВ₁ двигателя М, который начнет вращаться и через кинематическое устройство увеличивать угол наклона электрода.

Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока сигнал ошибки ΔU будет больше порогового устройства. При условии, что значение угла наклона сварочной ванны к горизонту равно 80°. Угол наклона сварочной головки к нормали при этом равен 30°. Затем при движении сварочного автомата на спуск и дальнейшего движения его на подъем будет возникать мертвая зона до 100°, так как сигнал ошибки будет меньше порогосрабатывания. Но полярность сигнала ошибки будет другая, так как при движении на подъем напряжение датчика сварочной ванны будет больше напряжения датчика сварочной головки.

При положении угла наклона сварочной ванны к горизонту более 100° и дальнейшим ее увеличением сигнал ошибки будет больше порогосрабатывания и он откроет транзистор VT_2 , что обеспечит питание релаксационного генератора на однопереходном транзисторе ОПТ₂ и генерирование им импульсов. Эти импульсы с вторичных обмоток трансформатора ТР₃ будут поступать на управляющие переходы тиристоров VS_3, VS_4 . В результате сетевое напряжение будет поступать на верхнюю обмотку ОВ₂ двигателя М. Двигатель вращаясь, уже в противоположном направлении через кинематическое устройство будет уменьшать угол

5.1 Датчики головки и ванны

Показания датчиков сварочной головки и сварочной ванны влияют на изменения угла наклона электрода в процессе сварки. На рисунке 10 представлена схема датчика сварочной ванны.

Показания датчиков сварочной головки и сварочной ванны влияют на значения угла наклона электрода в процессе сварки. На рисунке 10 представлена схема датчика сварочной ванны.

[illegible]

35

Причем положительный полюс источника питания подводится непосредственно к одному выводу потенциометра, точнее, к выводу той половине потенциометра, по которой движок передвигается при сварке от 90° до 180° .

Ко второму выводу «плюс» подводится через дополнительное сопротивление, величина которого определяется равенством напряжения:

$$U_{0^\circ} = U_{150^\circ} \quad (5)$$

Датчик сварочной головки (рисунок 11) фиксирует наклон к нормали в точке сварки.

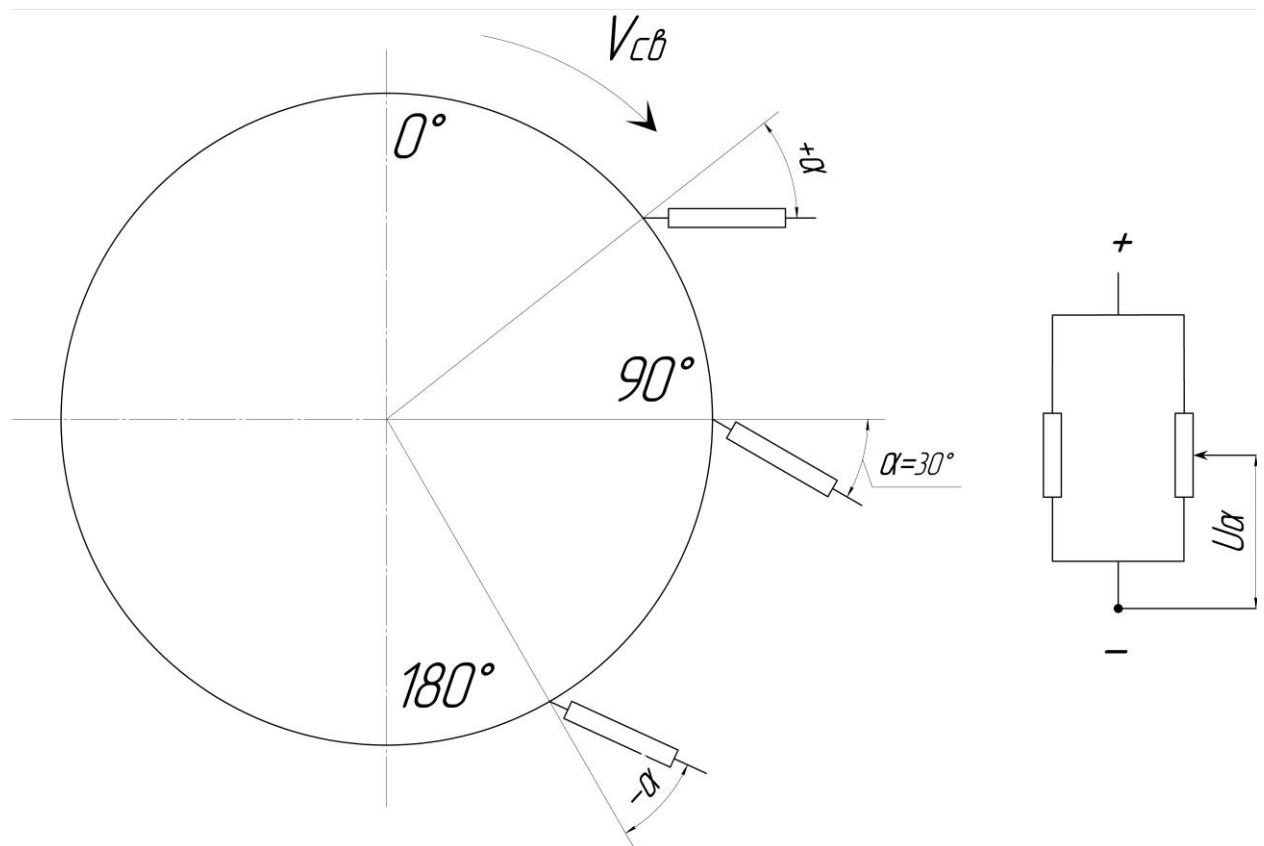


Рисунок 11 - схема датчика сварочной головки.

Максимальный угол наклона головки при положении сварочной ванны положения $\beta = 90^\circ$ не должен превышать 30° , поэтому напряжение, прикладываемое к датчику сварочной головки должно быть в $\beta/\alpha = 3$ раза больше напряжения прикладываемое к датчику сварочной ванны.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА "ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ"

Студенту:

Группа	ФИО
1В21	Габерлинг Ивану Петровичу

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с определением информацией в установке, аналитических материалах, расчетов бюллетенях, нормативно-правовых документах;
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры плана проекта и трудоёмкости работ, разработка графика проведения НИИ, бюджет НИИ.
2. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального показателя ресурсоэффективности, интегрального показателя эффективности и сравнительной эффективности вариантов исполнения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Календарный план-график выполнения работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.04.16
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко Валентин Сергеевич	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В21	Габерлинг Иван Петрович		

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Для того чтобы разработать новый продукт приходится учитывать множество факторов. Хорошее изделие не всегда выходит в серийное производство, т.к. не учитываются различные факторы. Целью экономической части диплома заключается в анализе выполненного устройства с экономической точки зрения.

В данном разделе производится учет всех технико-экономических факторов на каждой стадии проектирования, оценивается эффективность разработки, анализируются возможные способы исполнения продукта, а также рассчитывается эффективность производства по одному из способов.

6.1 Организация и планирование работ

При создании нового продукта предприятию необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на материалы, зарплату. А также оценивать наиболее правильный вариант изготовления рабочего продукта.

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю.

Таблица 6.1 – Распределение этапов работы

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100% И – 10%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 90%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	НР – 30% ИП – 90%
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	НР – 30% И – 100%
Расчет принципиальной схемы устройства	И	И – 100%
Разработка макета устройства	И	И – 100%
Написание программ	И	И – 100%
Проведение экспериментальных исследований	НР, И	НР – 30% И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Оформление материала	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 90% И – 30%

6.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Определим продолжительность работ на каждом этапе проектирования. Продолжительность работ определяется по следующей формуле.

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где

$t_{ожі}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.

$t_{\min i}$ — минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ — максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

В данном дипломном проекте трудоемкость рассчитывается исходя из работ, которые выполняют инженер и научный руководитель. Исходя из полученной трудоемкости рассчитывается продолжительность работ, на каждом этапе проектирования, по следующей формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

где

T_{pi} — продолжительность одной работы, раб.дн.

$t_{ожі}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел. дн.

$Ч_i$ — численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на одном этапе, чел.

Для отображения этапов проектирования используется график сетевой, либо линейный. Для удобства построения графика необходимо каждый этап перевести в календарные дни. Рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

где

T_{ki} — продолжительность одной работы в календарных днях.

$k_{кал}$ — коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}$$

где

$T_{кал}$ — количество календарных дней году (365).

$T_{вых}$ — количество выходных дней в году (52).

$T_{пр}$ — количество праздничных дней в году (15).

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 52 - 15} = 1.22$$

Полученные данные, которые были рассчитаны вышеуказанными формулами, заносятся в таблицу.

Используя таблицу можно построить календарный план-график выполнения работ.






Таблица 6.2 – График трудоемкости ресурсов

Название работы	Исполнитель	Продолжительность работ (дни)			Длительность работ			
					T_{pi}		T_{ki}	
		$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	t_{oji}	НР	Ин	НР	Ин
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	5	3,2	3,2	-	3,90	3,90
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	3	5	3,8	1,9	1,9	2,31	2,31
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10	17	12,8	6,4	6,4	7,80	7,80
Разработка календарного плана	НР, И	1	3	1,8	0,9	0,9	1,09	1,09
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	2	6	3,6	1,8	1,8	2,19	2,19
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	4	10	6,4	3,2	3,2	3,90	3,90
Расчет принципиальной схемы устройства	И	7	12	9	-	9		10,98
Разработка макета устройства	И	4	10	6,4	-	6,4	7,80	7,80
Написание программ	И	3	12	6,6	-	6,6	8,05	8,05
Проведение экспериментальных исследований	НР, И	2	8	4,4	2,2	2,2	2,68	2,68

Оформление расчетно- пояснительной записки	И	1	2	1,4	-	1,4		1,70
Оформление материала	И	5	20	11	-	11		13,42
Подведение итогов	НР, И	1	3	1,4	0,7	0,7	0,85	0,85

Таблица 6.3 – Календарный план график

Название работы	Исполнитель	T_{ki}	Продолжительность выполнения работ																	
			февраль			март			апрель			май			июнь			июль		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	3,90	 																	
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	2,31																		
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	7,80	  																	
Разработка календарного плана	НР, И	1,09																		
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	2,19	 																	
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	3,90	 																	
Расчет принципиальной схемы устройства	И	10,98																		
Разработка макета устройства	И	7,80																		
Написание программ	И	8,05																		
Проведение экспериментальных исследований	НР, И	2,68	 																	

Оформление расчетно- пояснительной записки	И	1,70			 			
Оформление материала	И	13,42			 			
Подведение итогов	НР, И	0,85						



—инженер.



—руководитель.

6.3 Расчет затрат

6.3.1 Расчет затрат на создание прототипа

Материальные расходы - это расходы на покупку сырья и материалов для изготовления товаров. В свою очередь в материальные расходы входят: сырье, материалы, тара, упаковка и т.д.

В состав материальных затрат дипломного проекта входят такие элементы как:

- сырье
- материалы
- покупные материалы (микросхемы)
- комплектующие (резисторы, конденсаторы и др.)

Материальные затраты рассчитываются по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_{\text{т}}) \cdot \sum_{i=1}^Q Ц_i \cdot N_{\text{расх}i}$$

где

Q — количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении диплома;

$N_{\text{расх}i}$ — количество материальных ресурсов, планируемых к использованию при выполнении диплома(шт., кг, м и т.д.);

$Ц_i$ —цена приобретенной единицы -го вида (руб./шт., руб./кг, руб./м и т.д.);

$k_{\text{т}}$ — коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

При помощи формулы заполняется таблица затрат на материалы.

В следующей таблице приведена цена на все необходимые компоненты для создания рабочего проекта.

Таблица 5.4 – Сравнение затрат

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.		Затраты на материалы	
			Пост. 1	Пост.2	Пост. 1	Пост.2
Транзисторы	шт.	4	55.90	36.50	223.6	146
Печатная плата	шт.	1	100	120	100	120
Микросхема драйвера	шт.	1	93,50	61	93.50	61
Диоды	шт.	29	4,20	3,50	121.8	101.5
Резисторы	шт.	8	3	1.7	24	13.6
Блок питания	шт.	1	550	340	550	340
Бумага для принтера	упаковок	1	150	120	150	120
Припой	метр.	1	15	17	15	17
Уголки для устройства	метр	1	80	31	80	31
Предохранители	шт.	4	0.9	0.8	3.6	3.2
Итого					1361.5	953.3

Из полученной таблицы видно, что итоговые затраты немного отличаются для поставщика 1 и 2.

6.3.2 Расчет затрат на электроэнергию

Для реализации дипломного проекта необходимо оборудование, которое позволяет протестировать, отладить готовую разработку. На кафедре есть все необходимое оборудование, поэтому нет необходимости рассчитывать затраты на покупку оборудования. Надо лишь рассчитать затраты на электричество.

Используемое оборудование:

- Осциллограф
- Вольтметр
- Источник питания
- Персональный компьютер

Также необходимо рассчитать затраты на освещение.

Для расчета используется следующая формула:

$$\mathcal{E}_{об} = P_{об} \cdot C_{э} \cdot t_{об}$$

где

$\mathcal{E}_{об}$ — затраты на электроэнергию, потребляемую оборудование (руб.);

$P_{об}$ — потребляемая мощность оборудования (Вт);

$C_{э}$ — тарифная цена (кВт/ч);

$t_{об}$ — время работы оборудования (ч.).

Время работы оборудования вычисляется исходя из календарного плана и учитывая 8-часовой рабочий день. Затраты по электроэнергии заносятся в таблицу

Таблица 6.5 – Затраты на электроэнергию

Оборудование	Время работы $t_{об}$ (ч.)	Потребляемая мощность $P_{об}$ (кВт.)	тарифная цен $Ц_э$ (кВт/ч);	Затраты $Э_{об}$ (руб.)
Осциллограф	61.2	0,06	4.3	15.79
Вольтметр	61.2	0,02		5.27
Источник питания	61.2	0,04		10.53
Персональный компьютер	231	0,12		119.20
Итого:	414.6	0,24		150.79

Итоговые затраты на электроэнергию составляют:

$$Э_{общ} = 150.79 \text{ руб.}$$

6.3.3 Расчет затрат на основную заработную плату

Расходы на оплату труда относятся: начисления денежных средств сотрудникам предприятия. Данные расходы определяются по тарифным ставкам, по уровню образования сотрудника, по характеру сложности выполняемой работы, по географическому положению предприятия.

Для начала необходимо рассчитать основную заработную плату:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p$$

где

$З_{осн}$ — основная заработная плата (руб.);

$З_{дн}$ — среднедневная заработная плата работника;

T_p — продолжительность работ, выполняемая работником.

Средняя заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_m}$$

где

Z_m —месячный должностной оклад работника(руб.);

M —количество месяцев работы без отпуска в течение года;

F_m —действительный годовой фонд рабочего времени

Месячный должностной оклад работника рассчитывается исходя из следующей формулы:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

где

Z_{tc} —заработная плата по тарифной ставке (руб.);

$k_{пр}$ —премиальный коэффициент, равный 0,3;

k_d —коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,3);

k_p — районный коэффициент (1,3 для Томска).

Все полученные данные заносятся в таблицу.

Таблица 6.6 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Разряд	k_t	Z_{tc} руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m руб.	$Z_{дн}$ руб.	T_p	$Z_{осн}$ руб.
Научный руководитель	17	3,51	16853,44	0	0,2	1,3	26291,37	29394,57	0,6 7	21667,91
Инженер	2	1,04	12436	0,3	0,2	1,3	18657,2	25387,24	1,7 2	43659,67
Итого										64237,58

6.3.4 Расчет дополнительно заработной платы:

Дополнительная заработная плата рассчитывается в случае отклонений норм труда:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

где

$k_{\text{доп}}$ — дополнительный коэффициент заработной платы (0,12–0,15).

Для инженера дополнительная заработная плата составила:

$$З_{\text{доп}} = 5232,23 \text{ руб.}$$

6.3.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды:

В данном разделе учитываются обязательные взносы в пенсионный фонд, фонд социального страхования, а также медицинского страхования. Данные расходы рассчитываются по следующей формуле:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

где

$k_{\text{внеб}}$ — коэффициент отчислений во внебюджетные фонды.

$$k_{\text{внеб}} = k_{\text{пен.ф.}} + k_{\text{соц.стр.}} + k_{\text{мед.стр.}}$$

где

$k_{\text{пен.ф.}}$ — коэффициент отчислений в пенсионные фонды (0,22);

$k_{\text{соц.стр.}}$ — коэффициент социального страхования (2,9);

$k_{\text{мед.стр.}}$ — коэффициент медицинского страхования (5,1).

Отсюда получаем:

$$k_{\text{внеб}} = 0,3$$

$$З_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot 69403,05 = 20750,91 \text{ руб.}$$

Суммируя все статьи расходов получаем общую себестоимость дипломного проекта, полученные результаты заносятся в общую таблицу.

Таблица №6.7 – Отчисления во внебюджетные фонды

Статья расходов	Стоимость (Ист. 2) руб.	Стоимость (Ист. 1) руб.
Материальные затраты	1361,5	953,3
Затраты на электроэнергию	150,79	150,79
Затраты на основную заработную плату	64237,58	64237,58
Затраты на дополнительную заработную плату	5232,23	5232,23
Затраты на отчисление во внебюджетные фонды	20750,91	20750,91
Итого	91733,01	91324,81

В итоге общие затраты на реализацию научного проекта составило:

$$C_{\text{общ } 1} = 91324,81 \text{ руб}$$

$$C_{\text{общ } 2} = 91733,01 \text{ руб}$$

Вывод: По итогам получили, что разница величины общих затрат в незначительной степени различаются друг от друга, это связано с незначительной долей материальных затрат. Основным фактором различия является затраты на зарплату.

6.4 Оценка эффективности проекта

Немаловажным критерием расчета является оценка эффективности дипломного проекта, определяются две важные составляющие:

- Показатель финансовой эффективности
- Показатель ресурсоэффективности.

Показатель финансовой эффективности рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где

$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ — интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} — стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} — максимальная стоимость исполнения проекта (в т.ч. аналоги).

Таблица №6.8 – Интегральный финансовый показатель

Параметр	Φ_{pi} руб.	Φ_{max} руб.	$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$
Исполнитель 1	91324,81	18282,97	0,5
Исполнитель 2	91733,01		0,5

Из таблицы видно, что интегральный показатель имеет одинаковый показатель. Он имеет величину меньшую единицы, соответственно разработка эффективна.

Теперь производится расчет ресурсоэффективности. Данный показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^N a_i \cdot b_i$$

где

I_{pi} — интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i –весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;
 b_i –количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах (от 1 до 10).

Расчет ресурсоэффективности производится по каждому критерию, по которому характеризуется готовый рабочий прототип (удобство эксплуатации, точность позиционирования и т.д.) и заносится в следующую таблицу.

Таблица №6.9 – Ресурсоэффективность

Критерий	Весовой коэффициент	Балльная оценка	
		Исп.1	Исп.2
Удобство в эксплуатации	0,1	5	3
Точность позиционирования	0,25	7	8
Помехоустойчивость	0,1	8	6
Энергосбережение	0,15	5	7
Надежность	0,25	9	7
Материалоемкость	0,05	4	6
Цена	0,1	2	2
Итого	1	34	42

Анализируя таблицу, рассчитывается интегральная оценка эффективности для двух исполнений.

$I_{p1} = 6,35$ показатель ресурсоэффективности для первого исполнения;

$I_{p2} = 7,28$ показатель ресурсоэффективности для второго исполнения.

Получив значения коэффициентов ресурсоэффективности и финансовой эффективности рассчитывается показатель эффективности разработки:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{pi}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}}$$

$I_{\text{исп.}1} = 12,83$ интегральный показатель эффективности вариантов;

$I_{\text{исп.}2} = 13,47$ интегральный показатель эффективности вариантов.

Для качественного анализа используется сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср.}} = \frac{I_{\text{исп.}1}}{I_{\text{исп.}2}}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср.}} = 0,95$$

Все полученные параметры сравнительного анализа заносятся в таблицу

Таблица №6.10 – Параметры сравнительного анализа

Показатели	Исп. 1	Исп. 2
Интегральный показатель финансовой эффективности	0,51	0,48
Интегральный показатель ресурсоэффективности	6,35	7,28
Интегральный показатель эффективности вариантов	12,83	13,47
Сравнительная эффективность	0,95	

Видно что сравнительная эффективность $\mathcal{E}_{\text{ср.}}$ меньше единицы, это говорит о том, что второй вариант исполнения разработки более эффективен с точки зрения финансовой и ресурсной эффективности. Поэтому для создания прототипа выбирается именно он.

Вывод: В данном разделе были рассчитаны основные показатели на каждом этапе проектирования, рассмотрены эффективности выполненного продукта с точки зрения финансовой и ресурсной эффективности.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
1В21		Габерлинг Ивану Петровичу	
Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Разработка устройства для адаптации угла наклона электрода при орбитальной сварке. Данная разработка является методом повышения эффективности процесса сварки плавящимся электродом.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.	Повышенный уровень шума на рабочем месте; – Повышенная температура или влажность воздуха помещения; – Повышенный уровень вибрации; – Недостаточная освещённость рабочей зоны; – Наличие открытых токопроводящих элементов, находящихся под напряжением.
2. Экологическая безопасность.	Воздействие на окружающую среду сводится к минимуму, за счет отсутствия загрязняющих веществ. Поскольку все используемые материалы отправляются на дальнейшие исследования.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	– Пожар является возможной причиной чрезвычайной ситуации. Одной из причин возникновения пожара является нахождение в рабочей зоне баллона под давлением.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	–Правовые нормы трудового законодательства; –Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

16.04.16

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В21	Габерлинг Иван Петрович		

7 Социальная ответственность

Введение

Объектом исследования в моей работе является «Разработка устройства для адаптации угла наклона электрода при орбитальной сварке», выполняемая в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники кафедры ОТСП ИНК ТПУ. Также потенциальными потребителями результатов разработок будут небольшие мастерские и индивидуальные потребители, применяющие орбитальную сварку на предприятиях.

Основная задача данной работы состоит в том, чтобы предложить устройство для адаптации угла наклона электрода при орбитальной сварке, используемое в сварочных роботах, которые адаптированы для орбитальной сварки магистральных трубопроводов. При этом устройство должно обеспечивать постоянную длину вылета электрода и скорость сварки.

7.1 Производственная безопасность

Эксплуатация специализированного робота для орбитальной сварки производится в лаборатории, либо в каком-то помещении. При эксплуатации, прежде всего, возникают такие опасные и вредные факторы, которые могут воздействовать на здоровье работающего персонала, указанные в таблице 7.1.

Таблица 7.1 - Опасные и вредные факторы при эксплуатации разработанной системы питания сварочной дуги с адаптацией к процессу сварки.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Проведение сварочных работ: 1) Сварка труб; 2) Проведение ремонтных работ по заварке дефектных мест.	1. Отклонение показателей микроклимата в производственных помещениях; 2. Превышение уровня шума и вибрации; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. УФ-радиация; 5.Повышенная концентрация вредных веществ.	1.Движущиеся машины и механизмы; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования 2.Электрический ток; 3.Повышенная температура поверхности; 4.Баллоны под давлением.	ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ[5], ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ[6], ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ[7], ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ[8], СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03[9], СанПиН 2.2.4.548–96[10], СН 2.2.4/2.1.8.562–96[11], СН 2.2.4/2.1.8.566–96[12], СП 52.13330.2011[13], СанПиН 2.2.2.540-96[14].

При организации рабочего места, следует принять во внимание тот факт, что качество и производительность труда, зависят от существующих на данном рабочем месте условий труда и соответствия этих условий установленным нормам. Организация рабочего места заключается в выполнении ряда мероприятий, обеспечивающих рациональный и безопасный труд и должна соответствовать ГОСТ 22269–76.

При механизированной сварке плавящимся электродами в среде защитных газов на рабочих столах (или манипуляторах) должны быть установлены наклонные или вертикальные панели равномерного всасывания или широкие боковые отсосы, регулируемые с таким расчетом, что бы ни нарушать газовую защиту дуги.

Требования к выбору и применению средств индивидуальной защиты (СИЗ)

Работники, занятые производством электросварочных работ, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, в соответствии с правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

Спецодежда должна быть безвредной, удобной, не стеснять движения работающего, не вызывать неприятных ощущений, защищать от искр и брызг расплавленного металла, свариваемого изделия, влаги, производственных загрязнений, механических повреждений, отвечать санитарно-гигиеническим требованиям и условиям труда. Выбор спецодежды в зависимости от методов сварки и условиям труда должен производиться в соответствии с рекомендациями ГОСТ 12.4044 и ГОСТ 12.4 010.

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005–88)

Период года	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая на рабочих местах				Оптимальная	Допустимая, не более	Оптимальная, не более	Допустимая, не более
		Верхняя		Нижняя					
		Пост.	Не пост.	Пост.	Не пост.				
Холодный	22- 24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	0,1
Теплый	23- 25	28	30	22	20	40-60	70	0,1	0,1

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению. Интенсивный шум вызывает изменения сердечнососудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик стационарных машин изложены в ГОСТ 12.1.023–80. Шум на рабочих местах также может проникать извне через открытые проемы форточек, окон и дверей из кабинета в коридор. Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

По характеру спектра в помещении присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов – электродвигатели в системе охлаждения. Для рабочих помещений персонала производственных лабораторий, для измерительных и аналитических работ уровень шума не должен превышать 60 дБ, ГОСТ 12.1.003-14 ССБТ.

Уменьшение влияния данных факторов возможно путём:

- 1) Изоляции источников шумов;
- 2) Проведение акустической обработки помещения;
- 3) Создание дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок;
- 4) Защита от шумов – заключение вентиляторов в защитный кожух и внутрь корпуса ЭВМ.

Освещенность рабочей зоны

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности для данной группы помещений составляет 300 лк (СНиП 23-05-2010).

Различают естественное и искусственное освещение. Естественное – обуславливают световым потоком прямых солнечных лучей и диффузионным световым потоком прямых солнечных лучей и диффузионным светом неба, т.е. многократным отражением солнечных лучей от мельчайших взвешенных в атмосфере частиц пыли и воды.

Величина такого освещения изменяется как в течение года, так и в течение суток. Изменение в течение суток зависят от географических координат, прозрачности воздуха, облачности и других характеристик окружающей среды.

Недостаточная освещенность может быть вызвана ошибочным расположением ламп в помещении, не правильным выбором количества осветительных приборов и не рациональной загрузкой на них электрического тока. Данный фактор может стать причиной неадекватного восприятия человека технологического процесса, его утомления, а также вызвать пульсирующие головные боли.

Для производственных помещений, а также научно-технических лабораторий, коэффициент естественного (КЕО) не должен превышать 2.1%, а коэффициент пульсаций освещенности (K_p) не должен быть больше 10%.

В целях уменьшения пульсаций ламп, их включают в разные фазы трехфазной цепи, стабилизируют постоянство прохождения в них переменного напряжения. Но самым рациональным решением данного вредного факторы является изначально правильное расположение и подключение источников света в помещении, путем замеров освещенности, при помощи люксметра, и сравнения полученных результатов с нормативными документами.

Уровень статического электричества

Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79.

Комната, в которой выполнялась работа, относится к категории помещений без повышенной опасности, поскольку она характеризуется следующими признаками: температура воздуха и влажность в норме, отсутствие сырости. Но в процессе деятельности с компьютером, работающим от источника тока, может возникнуть опасность поражения

электрическим током. Основными причинами этого могут послужить следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети компьютера;
- запрещается при включение компьютера одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают:

- защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током;
- зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства.

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Целесообразно каждому работнику знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

7.2 Экологическая безопасность

Охрану природы можно представить как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов.

Многие предприятия сейчас внедряют новейшие технологии в процесс эксплуатации, отчистки и утилизации отходов производства. Так, внедрение различных установок для орбитальной сварки в турбостроении значительно упрощают процесс изготовления и ремонта магистральных трубопроводов. Также орбитальную сварку используют при создании цистерн и т.п. Применение орбитальной сварки значительно сокращает время изготовления деталей, но приводит к увеличению затрат электроэнергии, количества электростанций и их мощностей. Соответственно, рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям, как глобальное потепление климата, загрязнение атмосферы и водного бассейна Земли вредными и ядовитыми веществами, опасность аварий в ядерных реакторах, изменение ландшафта Земли. Целесообразным является разработка и внедрение систем с малым потреблением энергии. Применение конденсаторов позволяет снизить потребляемую мощность, в 2-3 раза по сравнению с трансформаторными контактными машинами.

В ходе нашей работы были следующие отходы: использованная бумага, катушки из-под сварочной проволоки, которые в ходе их непригодности выкидывались в мусорное ведро, а затем и в мусорный контейнер. Вредных выбросов в водные источники и атмосферу не производилось, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому существенных воздействий на окружающую среду и соответственно вреда природе не оказывалось.

7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности.

Главная задача при чрезвычайных ситуациях - защита населения от возможного поражения. Выполнение этой задачи достигается путем укрытия населения в защитных сооружениях, эвакуацией и обеспечением индивидуальными средствами защиты. Возможные чрезвычайные ситуации - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, взрывы, пожары.

Пожарная безопасность

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

С целью предотвращения пожаров необходимо:

1. Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.
2. Курить только в отведенных для курения местах.
3. В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01» пожарную службу.
4. Сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной площадке.

Через данное помещение проходит большое количество проводов и большое количество электроприборов. Не правильная изоляция данных проводов, или отсутствие заземления может привести к поражению человека или к возникновению возгораний.

В целях безопасности в помещении имеются рубильники для полного обесточивания помещения, а так же изоляция проводов, защитное состояние сети и применение специальных защитных устройств (сетевые фильтры, автоматические выключатели).

Порядок действия в случае возникновения чрезвычайных ситуаций:

1. Если произошло возгорание, принять меры к недопущению пожара и паники; оказать первую помощь пострадавшим.
2. Каждый работник при обнаружении очага загорания или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т. п.) должен: не замедлительно сообщить об этом по телефону «01» или «010» (для мобильной связи). При этом назвать наименование объекта, место взрыва, пожара, а также свою фамилию; принять меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.
3. В случае сильного задымления и ограниченной видимости не следует паниковать, надо лечь на пол (для того, чтобы не задохнуться т.к. дым висит над полом примерно в 30-ти сантиметрах и в этой зоне можно дышать) и осмотреться, сориентироваться в помещении, определить направление движения к выходу и покинуть помещение;
4. Использовать первичные средства пожаротушения: углекислотные огнетушители, асбестовое полотно, войлок (кошма), песок, пожарные краны.

7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Основной задачей регулирования проектных решений разрешается за счет соблюдения законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы). Руководитель (ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении.

Требования к размещению сварных изделий, организации рабочих мест и помещениям – в соответствии с настоящим стандартом и ГОСТ 12.3.002-75.

- Расстояние между установками должны обеспечивать безопасные условия труда и удобства при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте.
- Рабочее место обслуживающего персонала, взаимное расположение всех элементов (органов управления, средств отображения информации, оповещения и др.) должны обеспечивать рациональность рабочих движений и максимально учитывать энергетические, скоростные, силовые и психофизиологические возможности человека.
- Следует предусматривать наличие мест для размещения съемных деталей, переносной измерительной аппаратуры, хранение заготовок, готовых изделий и др.
- Установки должны эксплуатироваться в специально выделенных помещениях либо могут располагаться в открытом пространстве на трубопроводах.
- Помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства предотвращения пожара и противопожарной защиты.
- Отделку помещений следует выполнять только из негорючих материалов. Не допускается применение глянцевых, блестящих,

хорошо (зеркально) отражающих лазерное излучение материалов (коэффициент отражения рекомендуется не более 0.4).

- Двери помещений должны иметь знак ультрафиолетовой опасности.
- Высота помещений должна быть не менее 4.2 м. Коммуникации (вода, электроэнергия, воздух, инертные газы и др.) следует прокладывать под полом в специальных каналах с защитными коробами (возвышение над уровнем пола не допускается) или подвешивать кабели на высоте не менее 2.2 м от пола.
- Помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. При необходимости, рабочие места должны быть оборудованы местной вытяжкой с целью исключения попадания в рабочее помещение продуктов взаимодействия ультрафиолетового излучения с обрабатываемыми материалами.

Заключение

При орбитальной сварке пространственное положение сварочной ванны все время изменяется и изменяется соотношение сил действующих на ванну. В результате, результирующая отрывающая сила меняет направление и значение, вследствие этого происходит стекание ванны, особенно когда положение ванны вертикальное. Поэтому нужно регулировать угол наклона и давление дуги в процессе сварки, чтоб скомпенсировать результирующую отрывающую силу.

Необходима геометрическая адаптация угла наклона в функции пространственного положения с тем, чтобы направить давление дуги в противофазе отрывающей силы. Анализ современных устройств показал, что не одно устройство не имеет возможности изменять угол в процессе сварки. Поэтому разработать такую систему геометрической адаптации целесообразно.

В ходе выполнения работы был разработан макет установки для изменения угла наклона электрода при орбитальной сварке. Разработана функциональная схема, кинематическая схема, которая была сконструирована и в ходе экспериментальной проверки работала согласно требованию к разработке, принципиальная электрическая схема, которая так же прошла экспериментальную проверку и показала, что заложенный принцип управления углом наклона электрода соблюдается. При изменении угла наклона вылет не изменяется и скорость сварки постоянная, так как точка поворота находится в центре сварочной ванны.

Анализ интегральных показателей эффективности показал, что реализация разработанной технологии является более эффективным вариантом с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Так же были рассмотрены вопросы социальной ответственности.

Список публикаций

Материалы из бакалаврской работы докладывались на конференциях.

Система технологической адаптации процесса сварки неповоротных стыков трубопроводов [Электронный ресурс] / А. А. Лисицын; И. П. Габерлинг; науч. рук. А. Ф. Князьков // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность : сборник трудов V Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 25-29 мая 2015 г. в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Т. 2. — [С. 120-123].

Управление углом наклона сварочной головки при сварке неповоротных стыков трубопроводов [Электронный ресурс] / И. П. Габерлинг; А. А. Лисицын; науч. рук. А. Ф. Князьков // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность : сборник трудов V Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 25-29 мая 2015 г. в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Т. 2. — [С. 92-95]

Устройство для изменения угла наклона электрода при электродуговой сварке [Электронный ресурс] / И. П. Габерлинг; науч. рук. А. Ф. Князьков // Неразрушающий контроль: : электронное приборостроение, технологии, безопасность : сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 23-27 мая 2016 г. в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ).

Список используемых источников

1. Роботизация и автоматизация в проектах технологического перевооружения предприятий // журнал «Умное производство».
2. Лебедева В.К., Черныша В.П. Автоматизация сварочных процессов. – К.:Вища шк., Главное издательство, 1986. – 296с.
3. Гладков Э.А., Гуслистов И.А., Сас А.В. Динамические процессы в сварочной ванне при вариации действующих сил // Сварочное производство. – 1974. – № 4.
4. Таран В.Д., Чудинов М.С. Определение поверхностного натяжения ванночки расплавленного металла в условиях сварки // Сварочное производство 1972. № 1.
5. Чудинов М.С., Таран В.Д., Формирование шва при сварке неповоротных стыков труб с полупринудительным удержанием сварочной ванны // Сварочное производство. – 1970. - № 10.
6. Система геометрической адаптации специализированного робота для сварки неповоротных стыков магистральных трубопроводов.
7. Габерлинг И.П., Князьков А.Ф. Устройство для изменения угла наклона электрода при электродуговой сварке. Труды шестой всероссийской научно – практической конференции студентов и молодых ученых " Неразрушающий контроль: эл. приборостроение, технологии, безопасность"
8. Князьков А.Ф., Князьков С.А., Пилипенко Д.В. Патент. Автомат для дуговой сварки неповоротных стыков трубопроводов
9. Михеев А.С., Князьков С.А., Марагин К.А. Система геометрической адаптации специализированного робота для сварки неповоротных стыков магистральных трубопроводов.
10. Росстат. 17.23. // Протяженность путей сообщения.
11. Большая энциклопедия нефти и газа // Роботизация – производство. – 1с.